

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СТАЛИ 36Х2Н2МФА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Тимошина Е.А.¹, Емельянова Т.В.², Приймак Е. Ю.¹

Научный руководитель: Грызунов В.И., д.х.н., профессор

¹Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ, г. Орск

²ОАО «МК ОРМЕТО-ЮУМЗ»

elizaveta12011990@rambler.ru

В области термической обработки улучшение технологических процессов возможны только при условии достаточно полного и детального представления об основных характеристиках и особенностях обрабатываемых сплавов. К числу таких характеристик относятся данные о кинетике распада переохлажденного аустенита.

Целью исследования явилось построение изотермической диаграммы роторной стали марки 36Х2Н2МФА и определение температурных интервалов фазовых превращений по первой и второй ступени. Исследования проводились с использованием метода изотермической закалки. Образцы, размером 10×15×10, нагревались до температуры выше температур образования аустенита 850 °С. После выдержки, которая составила 30 минут, образцы переносили в соляную ванну на заданную температуру в интервале 720-250 °С, выдерживались различное время для развития превращения (от 1 минуты до 8 часов), а затем закаливались в воде.

Степень превращения аустенита исследовалась непосредственно – путем изучения микроструктуры образцов, выдержанных при заданной температуре в течение различного времени и затем быстро закаленных, а также косвенно – с помощью дюрOMETрических испытаний. За начало превращения принимали выдержку, при которой в структуре металла содержится более 1 % перлитной или бейнитной составляющей.

На основании полученных результатов была построена изотермическая диаграмма переохлажденного аустенита для стали 36Х2Н2МФА, представленная на рисунке 1.

Характерными особенностями распада переохлажденного аустенита стали 36Х2Н2МФА являются:

- практически полное обособление зон перлитного и бейнитного распада, между которыми наблюдается температурный интервал высокой устойчивости переохлажденного аустенита (450-650 °С);
- значительное различие по величине инкубационного периода для перлитного и бейнитного превращений. Значения инкубационного периода перлитного распада составляют от 0,5 часа до 7 часов, а для бейнитного от 1 до 3 минут.

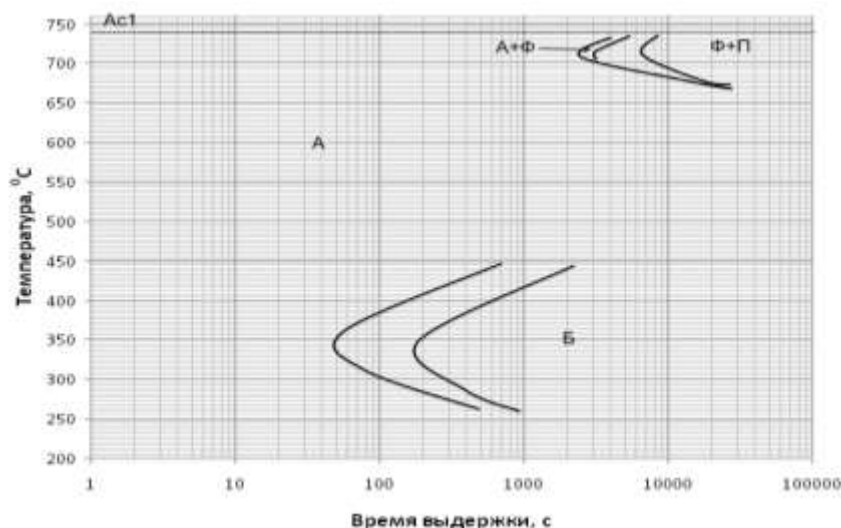


Рисунок 1 – Диаграмма изотермического превращения аустенита стали 36X2H2MFA

Подробно были изучены структурные особенности образования перлита и верхнего и нижнего бейнита в стали 36X2H2MFA.

В случае отсутствия превращения аустенита во время изотермической выдержки, то есть когда время выдержки оказывается меньше инкубационного периода, структура представляет собой чистый мартенсит с наличием некоторого количества остаточного аустенита (рисунок 2, а). При дальнейшей выдержке в области перлитного превращения видно, что превращение развивается по границам зерен с образованием преимущественно ферритной фазы, то есть областей, подвергшихся большему травлению (рисунок 2, б). При развитии превращения происходит образование перлита. На фотографиях эти участки выявляются областями, внутри которых располагаются мелкие карбидные частицы. (рисунок 2, в). При полном распаде аустенита во время изотермической выдержки участки мартенсита в структуре образцов отсутствуют, и всё поле шлифа занимают продукты изотермического превращения, то есть образуется феррито-перлитная структура (рисунок 2, г).

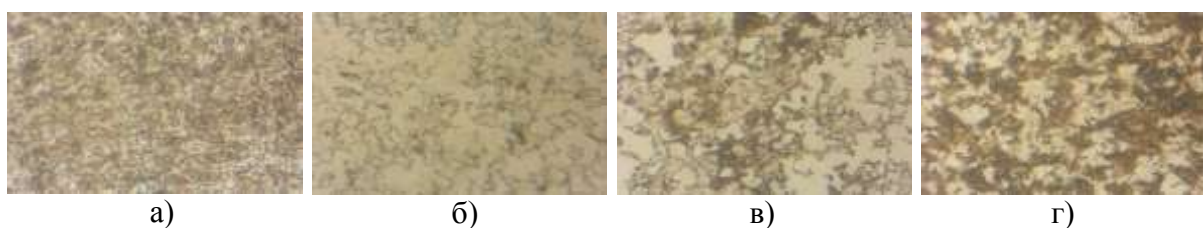


Рисунок 2 – Изменение количества перлитной фазы при изотермической выдержке стали 36X2H2MFA: а) 0 % (T=720 °C, τ= 15 минут); б) 20 % (T=720 °C, τ= 30 минут); в) 40 % (T=720 °C, τ= 1 час); г) 100 % (T=720 °C, τ= 2 часа)



а)



б)

Рисунок 3 – Микроструктура
нижнего
и верхнего бейнита
в стали 36X2H2MFA:
а) $T=250\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau= 7$ минут;
б) $T=450\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\tau= 15$ минут

Распад аустенита в области промежуточного превращения имеет характерные черты, как диффузионного превращения, так и бездиффузионного. Характер бейнитной структуры сильно изменяется в зависимости от температуры и времени превращения. Для верхнего бейнита характерно низкое содержание углерода в α -твердом растворе и образование грубых карбидов, расположенных преимущественно по границам кристаллов бейнитного феррита. Ферритная составляющая в нижнем бейните имеет пакетное строение. Существенный вклад в упрочнение нижнего бейнита вносят также дисперсные карбиды, выделяющиеся в основном внутри реек (рисунок 3). Основные различия между структурами верхнего и

нижнего бейнита – это неравномерное распределение карбидов в структуре верхнего бейнита; в нижнем бейните наблюдается реечная структура феррита и более равномерное распределение карбидов внутри феррита.

Полученные результаты позволят сориентироваться при разработке оптимальных режимов термической обработки крупногабаритных валов роторов из стали 36X2H2MFA, обеспечивающих формирование требуемой структуры и минимальный уровень остаточных напряжений.